

Dieser Rumpf zeigt eindeutig die zerstörerische Wirkung von Rost



# Schichtarbeit

**Rost am Kiel ist nicht zwingend ein Grund, in Panik zu geraten, jedoch Anlass zum Handeln. Nach der Entrostung folgt Schicht um Schicht der Neuaufbau. Doch nicht immer muss komplett saniert werden. *segeln* klärt vermeidbare Rostursachen und geeignete Gegenmaßnahmen**

Text und Fotos:  
**HINNERK STUMM**



**W**ie zum Teufel konnte das geschehen? Die Erleichterung war zunächst groß, als Mast und Baum klariert und die neun Tonnen schwere Yacht endlich sicher und winterfertig im

Travel-Lift hing. Genauso groß war allerdings das Entsetzen, als ich die flächigen Antifouling- und Primerabplatzungen im Unterwasserbereich sah. Bis auf den blanken Kiel hatte sich der Schutzanstrich in manchen Bereichen abgelöst. Und das nach gerade mal acht Saisons. Weil Wasser zwischen die Schichten gelaufen war, konnte man auch die noch

anhaftenden Schichten leicht per Schraubenzieher wegdrücken. Eine partielle Reparatur schien sinnlos, ein kompletter Neuaufbau des Unterwasserschiffs unumgänglich.

Da es sich um einen Bleikiel handelte, konnten wir zumindest auf eine umfangreiche Rostentfernung verzichten: Neben einem höheren spezifischen Eigengewicht ist die

Rostresistenz der wesentliche Vorteil vom allerdings auch etwa doppelt so teuren Material Blei.

Genau deshalb segeln die allermeisten Yachten auf kostengünstigeren Kielen aus rostanfälligerem Gusseisen. Was ist dort zu tun, sobald sich Schäden am Unterwasserschiff zeigen und sich Rost eingenistet hat? Wie kommt es trotz Rostschutz überhaupt zum Befall? Wie kann man selbst entrostet und ab wann wird es Zeit für eine professionelle Sanierung?

**Rost: Immergleiche Entstehung, viele Ursachen** Bei empfindlichen Stahl- und Aluyachten spricht man von circa 15 bis 20 Jahren, innerhalb derer das Unterwasserschiff gestrahlt und der Rostschutz

erneuert werden sollte. Letztlich ist aber auch das nur eine Faustformel, ein unumstößliches Sanierungsintervall für GFK-Yachten mit Metallkiel gibt es nicht. Die Haltbarkeit einer solchen Kiel-Beschichtung, bestehend aus einem Korrosionsschutz mit mehreren Lagen an Epoxidschichten sowie dem später gegen Bewuchs aufgetragenen Antifouling, hängt maßgeblich von deren Qualität und vor allem deren Verarbeitung ab. Denn mitunter ist schon der Untergrund beim Erstaufbau nicht ordentlich vorbereitet, weiß Bootsbaumeister Florian Brix: „Der Gusseisenkiel sollte vor der Applikation des Korrosionsschutzes durch Sandstrahlen von Flugrost, Öl, Fett, Oxiden und sonstigem Schmutz befreit werden. Was in der Praxis nicht immer geschieht.“ Die anschließende Isolierung durch einen Initial-Epoxid-Primer muss möglichst bald (binnen zwei Stunden) erfolgen, da die Oxidation in Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft recht zügig einsetzt. Entscheidend für die Langlebigkeit ist auch die Beschichtungsstärke der anschließenden Epoxy-Schichten: „Sie sollte mindestens 400 Mikrometer (0,4 mm) ausmachen, was praktisch 12 bis 15 Anstriche bedeutet.“ Viel Arbeitszeit und damit Geld; – ob das wirklich immer investiert wird, sei dahingestellt. Zudem kann es durch Temperaturschwankungen während der Beschichtung zu einer Taupunktunterschreitung kommen, was zu Taubildung am Kiel führt. Auch dann ist die Beschichtung misslungen, Rost programmiert, erklärt Brix.

Schon einer dieser Verarbeitungsfehler im Aufbau verringert die Langlebigkeit eklatant: Unsachgemäß isoliert, bahnt sich der Rost langsam seinen Weg durch die Schichten von



▲ Wehret den Anfängen! Denn wenn der Rost erst einen kritischen Grad erreicht hat, hilft nur noch Sandstrahlen

innen nach außen, bis er, Jahre nach der Erstgrundierung, sichtbar wird.

Aber auch eigenes Verschulden, etwa eine Grundberührung, kann die Lebenszeit der

schützenden Schichten verkürzen: Das Auflaufen kann zu Spannungsrissen oder gar Abschabungen in der Beschichtung führen. Wohl die meisten Eigner älterer Yachten sind

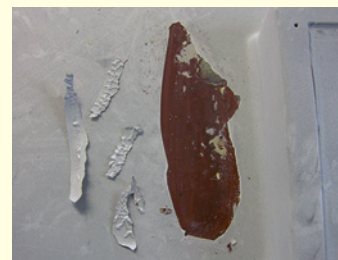
## ► Fachliche Einstufung nach Entrostungsgraden

<b>Entrostungsgrad 1 (SA 1)</b>	Lediglich loser Rost, Zunder und lose Beschichtungen sind entfernt. Fest haftender Schmutz, Rost und andere Beschichtungen verbleiben
<b>Entrostungsgrad 2 (SA 2/SA 2,5)</b>	95 % sind frei von Öl-, Farb- und Rostrückständen. Nur minimale Spuren von Rost, Zunder oder festhaftender Farbe verbleiben zum Beispiel in Poren, nahezu blankes Metall
<b>Entrostungsgrad 3 (SA 3)</b>	Komplett-Entrostung bis auf das blankes Metall, frei von jeglichen Öl-, Fett, Schmutzrückständen. Leicht angerauter, optimaler Haftgrund

Definierte Entrostungsgrade nach SA 1, SA 2 & SA 2,5 (zusammengefasst) sowie SA 3 nach DIN 18364



▲ Rost ist tückisch und frisst sich gerne unerkannt durch das Material nach außen



▲ Werden die neuen Schichten nicht nach Hersteller-Vorgaben verarbeitet, blättert der Lack



▲ Hier löst sich im Unterwasserbereich die erste Schicht

schon mit der Rostproblematik im Kielbereich konfrontiert worden, aber: Wie schlimm ist ein Rostbefall überhaupt?

**Wehret den Anfängen!** „Im Anfangsstadium, vor allem bei einfach untergebolzten Gusseisenkielen, ist Rost in erster Linie ein kosmetisches Manko“, meint Boris Hepp, Schiffbauingenieur und Leiter der technischen Abteilung beim Deutschen Seglerverband. „Hängt der Kiel allerdings in einer in die Bodengruppe einlaminierten Stahlrahmenkonstruktion (beispielsweise bei Salona oder X-Yachts, Anm. d. Red.), sollte man genau prüfen, ob die Korrosion nicht vielleicht auch aus der Bo- ▶

► **Preisbeispiel für eine 35-Fuß-Yacht: Strahlung und Neuaufbau**

ARBEIT PLUS MATERIAL	CIRCA-PREIS
Verpacken und Logistik	Ca. 250 €
Gumminah ausschneiden	Ca. 100€
Strahlen und Erstgrundierung	Ca. 275 €
Spachtelarbeiten	Ca. 450 €
Korrosionsschutz	Ca. 300€
Gummifuge neu	Ca. 150 €
Antifouling	Ca. 125 €
<b>Gesamtpreis inkl. 19 % MwSt.</b>	<b>1.963,50 Euro*</b>

\*Angaben von Peter Wrede Yachtrefit; exklusive Kosten durch Auf- und Abslippen

dengruppe kommt.“

Bis der Gusseisenkiel selbst durchgammelt, dauert es Jahrzehnte. Aber auch hier gibt es Stellen, die schneller zu Problemen führen: „Wenn sich Salzwasser und folglich Rost zwischen Kielflansch und Rumpfanbindung einnistet, kann das zu Osmose, aufgeweichem Laminat, Faulstellen und letztlich zu einem damit einhergehenden Festigkeitsverlust der Rumpf-Kielverbindung führen“, so Hepp. Auch deshalb, weil Kielbolzen und deren Sacklöcher im Gusseisen von der Korrosion betroffen sein können. Und leider ist es so, dass Rost anfangs häufig dort, aus der Gummifuge zwischen Rumpf und Kiel, austritt. Auch an der Kielunterkante entsteht schnell Korrosion, „weil die Pallstellen nicht sorgfältig genug und ausreichend schichtstark grundiert wurden, aber besonders belastet sind“, sagt Peter Wrede, Inhaber der gleichnamigen Refit-Firma.

Wenn Korrosion an anderen Stellen auftritt, sollte ebenfalls gehandelt werden: Entgegen einer bloßen Oxidationsschicht, frisst sich der Rost in den Kiel, aus kleinen Poren werden größere Lunker, die dann auch mit Spachtel ausgeglichen werden müssen. Die Arbeit wird komplexer, je länger man wartet, und lässt

sich dann partiell und eigenhändig mit kleinem Gerät nicht mehr bewerkstelligen. Oder wie es Hepp formuliert: „Was als kleines, kosmetisches Problem beginnt, wird zu einem Strömungs- und letztlich zu einem größeren, unter Umständen gefährlichen Strukturproblem. Gerade geschweißte Kielkonstruktionen bedürfen besonderer Aufmerksamkeit.“

**Entrostung in Eigenarbeit**

Eine frühzeitige Rostentfernung in Eigenarbeit ist also durchaus sinnvoll. Metallische Kratzbürsten, Schaber, Spachtel, Putzwolle, Schwing- oder Kantenschleifer mit Fiberschleifscheiben sind probate Hilfsmittel, um möglichst bis an das blanke Metall zu gelangen. Fachleute sprechen von verschiede-



▲ Bei einem missglückten Spi-Manöver fraß sich die Dyneema-Schot bis aufs Metall durch

geschickten Handwerkern in Eigenarbeit erreichbar sind, diese aber keine Grundlage für einen optimalen Korrosionsschutz über Jahrzehnte bieten. Die wirkungsvollste Methode, um wirklich vollständig bis auf das blanke Metall zu kommen (Entrostungsstufe SA 3), bleibt das

nen Entrostungsgraden, die erzielt werden können (siehe Tabelle auf S. 87) und es sollte einem bewusst sein, dass die Entrostungsgrade eins und zwei zwar durchaus von

► **Komponentensysteme in der Verarbeitung**

Arbeitsschritte	1-Komp.-System	2-Komp.-System	2-Komp.-System*
<b>Entfetten</b>	Super Cleaner	Kann entfallen, da Sandstrahlung	Kann entfallen
<b>Grundierung</b>	1 Schicht Primocon	1 Schicht Interprotect	1 Schicht VC TAR2
<b>Spachtelung, die in jedem Fall geschliffen werden muss</b>	Watertite	Watertite	Watertite
<b>Grundierung</b>	4 Schichten Primocon	4 Schichten Interprotect	4 Schichten VC TAR2
<b>Antifouling</b>	2 bis 3 Schichten International Antifouling nach Wahl allerdings nicht VC 17m oder VC Offshore EU	2 bis 3 Schichten International Antifouling nach Wahl allerdings nicht VC 17m oder VC Offshore EU	2 bis 3 Schichten VC 17m oder VC Offshore EU

\*Verarbeitungsbeispiel von International: Es gibt zwei unterschiedliche 2-K-Systeme, da die VC Antifoulings eine besonders glatte Oberfläche benötigen, um selbst glatt zu trocknen. Diese Oberfläche schafft man mit VC TAR2.



professionelle Strahlen mit Sand oder Stahlkieseln.

Das Schleifen mit Faserschleifscheiben (Korngröße 24 bis 40) erzielt, penibel ausgeführt, einen ähnlichen Effekt, ist aber auf den gesamten Rumpf gesehen ein sehr mühevolleres Unterfangen und schon kleinste Rückstände reichen, um einen nicht mehr langfristig korrosionsbeständigen Untergrund zu bekommen. Dennoch lassen sich partielle Korrosionen auf diese Weise eigenhändig eindämmen, sodass man wieder länger Ruhe hat. In Anfangsstadien oder bei Teilbefall lohnt auch noch keine vollständige, teure Sanierung per Strahlung (siehe Preisbeispiel-Tabelle S. 88).

Wer nach dem Schleifen vor dem mehr oder minder blanken Metall steht, sollte verbliebene Schleifreste, Rost- und andere Schmutzpartikel vom

▲ Für das Zeitintervall von Kielementrostungen gibt es bei GFK-Yachten keine Richtwerte

Rumpf entfernen. Hersteller wie Hempel, International oder Höveling bieten dazu spezielle Produkte mit firmeneigenen Namen wie Supercleaner oder Preclean an. In der Regel sind es Verdüner oder Fettlöser, deren Rückstände abgewaschen werden müssen.

**Ein- oder Zwei-Komponenten-System?** Der Kampf gegen neue Korrosion am Gusseisenkiel beginnt mit der Versiegelung einer ersten, temporären Korrosionsschicht auf trockenem Untergrund.

Grundsätzlich muss beim Neuaufbau der Anti-Korrosionsschichten zwischen 1-Komponenten- und 2-Komponenten-Systemen unter-▷



Größtmöglicher Spaßfaktor  
bestmögliche Technik!

[WWW.SEGELWERKSTATT.COM](http://WWW.SEGELWERKSTATT.COM)

**SEGELWERKSTATT STADE**

Wir wissen, was Segler wollen!

Harschenflether Weg 12 ~ 21682 Stade ~ Tel. 04141 | 4 57 88

Fax 04141 | 4 57 83 ~ [info@segelwerkstatt.de](mailto:info@segelwerkstatt.de)

Boot: Halle 11 / Stand G 57



Fahr auf sicher

Sie können Ihr Schiff erst dann sorgenfrei genießen, wenn Sie dafür eine zuverlässige Versicherung gefunden haben. Durch unsere über 65-jährige Erfahrung in Yachtversicherungen, sind wir Ihr Spezialist auf diesem Gebiet! Möchten Sie ein detailliertes Angebot? Rufen Sie uns an oder besuchen Sie unsere Website [www.kuiperyachtversicherungen.com](http://www.kuiperyachtversicherungen.com)

**KUIPER**  
YACHTVERSICHERUNGEN

Postfach 116  
NL-8440 AC Heerenveen

Tel. +31 (0)513 61 44 44  
Fax +31 (0)513 62 37 42

Adfiz 

Aussteller boot Düsseldorf



◀ Oft wird bei der Kielgrundierung die Stelle vergessen, mit der er auf dem Pallholz aufliegt

man dann Ruhe vor der wieder einsetzenden Oxidation hat. Auch hier erweisen sich moderne 2-Komponenten-Spachtelmassen auf Epoxidbasis (die es bei 1-Komponenten-Systemen nicht gibt) als die bessere Wahl, da sie wasserresistent sind und sich nahezu untrennbar mit dem Untergrund verbinden.

Die sich anschließende, nächste Grundierung dient einerseits einem verbesserten Schutz des Untergrundes und ist gleichzeitig Haftgrund für weitere Farbschichten, die folgen und erst im Ganzen für einen lang anhaltenden Korrosionsschutz sorgen. Je nach Farbanstrich und Hersteller sind bis zu sechs weitere Grundierungsanstriche aufzutragen. Unbedingt halten sollte man sich an deren Datenblätter zur Verarbeitung, in denen neben der Anzahl auch die Intervalle zwischen den Anstrichen oder die optimale Verarbeitungstemperatur angegeben werden. „Da jeder Hersteller aufeinander abgestimmte Korrosionsschutz- und Farbsysteme entwickelt hat, sollte man

schieden werden. Wer sich für die Handentrostung durch Schleifen entscheidet, dem rät Thomas Zeller, Verkaufsleiter bei International, zu einem 1-Komponenten-System, da dieses einfacher auszubessern sei, wenn doch wieder Rost an einer Stelle hindurchkommt, wo er zuvor nicht hundertprozentig entfernt war. „Zudem muss die Erstgrundierung nicht angemischt werden und kann überlappend auf anliegendes Antifouling gestrichen werden.“ 2-Komponenten-Epoxidsysteme erfordern demgegenüber eine intensivere Untergrundbehandlung, „haben aber den Vorteil, dass sie nicht wie 1-Komponenten-Systeme trocknen, sondern chemisch aushärten und damit in ihrer Struktur weitaus belastbarer sind.“

Eigner, die bereits einen Kiel entrostet haben, wissen, dass schnell Spachtelarbeiten notwendig werden, um Lunker zu beseitigen und eine glatte Oberfläche zu erzielen. Die Spachtelung erfolgt nach der Versiegelung durch die erste Anti-Korrosionsschicht, da



◀ Frisch gestrahlter Kiel eines Racers; zusätzlich wurden hier Bleiplatten für ein höheres aufrichtendes Moment angeschweißt. Sie müssen plan verspachtelt werden

### ► Preisbeispiel der Komponenten zum Neuaufbau des Unterwasserschiffes\*

Produktname	Wozu?	Wie aufzutragen/ Tipps?	Preis pro Quadratmeteranzahl
<b>Preclean</b>	Reiniger/ Entfetter	Entsprechend dem Untergrund mit Frischwasser verdünnen, auftragen und mit Frischwasser abspülen	Inhalt 1.000 ml empf. VK. 20 Euro reicht bei weitem für die üblichen Rumpfflächen
<b>Underwater Primer</b>	1-komponentiger Primer	Mit Rolle und/oder Pinsel	empf. VK für 750 ml: 28,55 Euro und für 2,5 l: 83,75 Euro Ergiebigkeit ca. 7,5 m <sup>2</sup> /l Preis pro m <sup>2</sup> : circa 4,45 Euro
<b>Light Primer</b>	2-komponentiger Epoxyprimer	Spritzen oder mit Rolle und Pinsel	empf. VK 750 ml: 39,85 Euro und für 2,5 l: 108,65 Euro Ergiebigkeit 8,5 m <sup>2</sup> /l Preis pro m <sup>2</sup> : 6,25 Euro
<b>Hempel Antifouling</b>	Bewuchsschutz	Mit Rolle und/oder Pinsel	empf. VK 750 ml: 69,85 Euro und für 2,5 l: 222,50 Euro Ergiebigkeit 12,0 m <sup>2</sup> /l Preis pro m <sup>2</sup> : 7,75 Euro

\* Angaben von Hempel Yachtfarben (Vosschemie GmbH), Alternativen: International, Coelan, Jotun, VC u.a.



sicherheitshalber vom Entfernen über die Grundierung bis zum abschließenden Antifouling bei einem Hersteller bleiben, um ein optimales Ergebnis zu erzielen“, erklärt Michaela Horns, verantwortlich für das Produktmanagement bei Vosschemie. Auch ein Wechsel der Systeme innerhalb einer Produktreihe ist nicht unproblematisch: „Während man einen 2-Komponenten-Erstanstrich durchaus mit weiteren 1-Komponenten-Anstrichen übermalen kann, kann das umgekehrt zu Ablösungen führen.“

Wer sich bei anfangendem Rost für das hier sinnvollere einkomponentige System ent-

**▲ Sandstrahlen ist teuer und lohnt sich nur, wenn der Rostbefall kritisch ist**

scheidet, entscheidet sich für eine eindämmende Kompromisslösung und „muss sich auf jährliche, kleinere Ausbesserungsarbeiten einstellen, die sich damit aber auch einfacher durchführen lassen“, so Horns. Wann es Zeit für eine kompromisslose, aber eben auch teurere 2-Komponenten-Epoxidbeschichtung wird, muss jeder Eigner selbst entscheiden. „Gut ausgeführt, ist diese Variante deutlich hochwertiger und langlebiger, erfordert dann aber eine Sandstrahlung.“ ↓

*Nordborg Baadebyggeri A/S*

**NEU**

LÜA.....10,50 m  
 Breite.....3,15 m  
 Tiefgang.....1,78 m  
 Kielgewicht.....2072 kg  
 Gesamtgewicht.....5400 kg  
 Gross-Segel.....32,5 m<sup>2</sup>  
 Fock.....24,5 m<sup>2</sup>

*Nordborg 3A*

NORDBORG BAADEBYGGERI A/S  
 Telefon: (+45) 74 45 14 67  
 nbb@nordborg-baadbyg.dk

[www.NORDBORG-BAADBYG.dk](http://www.NORDBORG-BAADBYG.dk)

**NAUTI SATTLER**

NAUTI SATTLER e.K.  
 Im Haselbusch 9 - 13  
 78224 Singen  
 Tel. +49 (0)7731 91228-0  
 Fax +49 (0)7731 91228-88  
 info@nauti.de

[www.nauti.de](http://www.nauti.de)

## ► Professionelle Entrostung und Neuaufbau des Unterwasserschiffes



1

▲ Die Korrosion sitzt schon tiefer im gegossenen Eisenkiel, teils gar in eingefressenen Lunkern, die mit Schleifscheibe und Drahtbürste nicht mehr hundertprozentig entrostet werden können. Um einen wirkungsvollen Korrosionsschutz zu erreichen, bedarf es eines Sandstrahlers.



3



2

▲ Die nicht zu bearbeitenden Bereiche müssen staubdicht und strahlfest verpackt werden, die Außenborddurchlässe abgedichtet werden. Die dauerelastische Fuge, eine Gumminahut zwischen Ballastkiel und Rumpf, wird ausgeschnitten.

◀ Nur der Sandstrahl erreicht tiefste Einfressungen und erzeugt einen metallisch reinen Untergrund: der perfekte Haftgrund für das nachfolgende Beschichtungssystem im Qualitätsstandard SA 3, das einen langjährigen Korrosionsschutz garantiert.



4

▲ Deutlich erkennbar: Der Sandstrahl entfernt die Korrosion selbst in Poren und größeren Hohlräumen (Lunkern).



5

▲ Sofort nach dem Strahlen muss das Metall isolierend grundiert werden, damit sich kein Flugrost bilden kann. Mit Pinsel und Rolle wird der Initial-Epoxidprimer regelrecht einmassiert, damit die erste Farbapplikation jeden noch so tiefen Lunker erreicht.



6

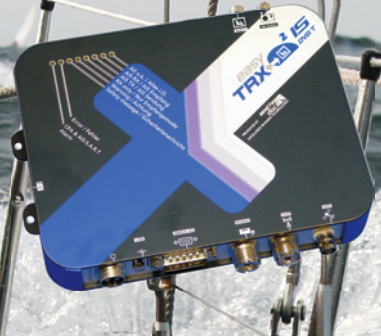
▲ Glatt soll es sein: Zum Verschließen der Gusslunker und der Poren des Kiels wird die Oberfläche mit 2-Komponenten-Epoxidspachtel geglättet, was den Strömungswiderstand minimiert.

# Wenn Gutes noch besser wird!

WiFi / integrierter Antennensplitter ohne Signalverlust

Made in Germany

easy<sup>2</sup>  
TRX-AIS



Der beliebte AIS Class B Sender/ Empfänger ist jetzt in unterschiedlichen Varianten erhältlich:

- WiFi Anbindung
- NMEA 2000 Anbindung
- UKW Radio - Anschluss
- DVB T Anschluss für TV-Empfang
- Integrierte GPS Antenne
- Ankeralarm
- Closest Point of Approach (CPA) Alarm
- Entfernungsfiler (5, 10, 15, 20, 25 Meilen)
- Ausblendung von AIS Zielen außerhalb 3 Meilen und/oder ohne Geschwindigkeit
- AIS S.A.R.T. Alarm z. B. easyRESCUE
- Integrierter Splitter ohne Signalverlust

Vom Hersteller des easyRESCUE

easy  
RESCUE



Diese und andere Produkte rund um AIS erhalten Sie im Fachhandel.

Machen Sie sich fit für die neue Saison und besuchen Sie uns auf der BOOT 2013 - Halle 11 B52!

Weatherdock AG  
Sigmundstrasse 180  
D-90431 Nürnberg  
Fon+49[0]911 37663830  
URLwww.easyais.de

weather  
dock



7



8

▲ Jetzt kommen Epoxid-Beschichtungsstoffe zum Einsatz. Hierbei gilt es, sich unbedingt an die Verarbeitungsrichtlinien zu halten! Entscheidend während der Bearbeitung: Eine gleichbleibende Temperatur von 20° Celsius. Bei Temperaturschwankungen besteht die Gefahr der Taupunktunterschreitung – der Misserfolg der Beschichtung ist programmiert. Werden alle Parameter eingehalten, erfüllen Epoxide selbst extreme Korrosionsschutzanforderungen wie zum Beispiel für Eisbrecher oder Offshore-Windkraftanlagen.

▲ Die Schichtstärke: 400 Mikrometer sind die Mindestanforderung für einen langlebigen Korrosionsschutz. Wenn im Airless-Spritzverfahren gearbeitet wird, bedeutet das 12 bis 15 Anstriche per Pinsel und Rolle. Dann müssen die Überstreichintervalle (s. Datenblätter in der Anleitung) unbedingt eingehalten werden. Die Schichtstärke wird per Schichtdickenmesser kontrolliert.



9

◀ Nachdem die Kiel-/Rumpfverbindung so gestrahlt und dickschichtig versiegelt wurde, bildet eine saubere, breite Gummifuge den Abschluss der Kielversiegelung. Der Korrosionsschutz ist nun abgeschlossen und es kann der Bewuchsschutz, das Antifouling, aufgetragen werden.